

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月21日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-186524

出 願 人

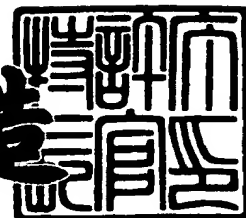
Applicant (s):

松下電器産業株式会社

2000年12月 1日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3098092

【書類名】 特許願

【整理番号】 2907622591

【提出日】 平成12年 6月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01P 15/00

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信  
工業株式会社内

    【氏名】 馬場 啓之

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信  
工業株式会社内

    【氏名】 村田 紀行

【特許出願人】

    【識別番号】 000005821

    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100072604

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 有我 軍一郎

    【電話番号】 03-3370-2470

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 006529

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9908698

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 加速度センサー

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 振動板の片面または両面に、ドーナツ形状に形成した圧電素子を固設して、加えられた加速度に応じた前記振動板の振動により前記圧電素子に発生する電圧によって前記加速度を検出する加速度センサーであって、

前記圧電素子および前記振動板を収装するケースを、前記圧電素子を固設した前記振動板の中央部を支持する支柱を立設されたベース部材と、前記圧電素子および前記振動板を収装可能な枠形状に形成されて前記ベース部材に前記枠形状端部を接合されることにより前記圧電素子および前記振動板の振動空間を画成し前記加速度の検出対象に固定するケース部材と、前記圧電素子の電極に電氣的に接続した接続用端子を前記ベース部材の外側まで引き出して外部コネクタと接続可能に配設するコネクタ部材とにより構成し、

前記ケースとしての共振周波数を、前記圧電素子および前記振動板の振動体としての共振周波数の略 3 倍以上に設定するとともに、

前記コネクタ部材の素材として、曲げ弾性率が  $8 \times 10^3$  (M p a) 以上、かつ、対数減衰率が 8 (1 / s) 以上の材料を選定することを特徴とする加速度センサー。

【請求項 2】 前記コネクタ部材の素材として、液晶ポリマー系材料を用いたことを特徴とする請求項 2 に記載の加速度センサー。

【請求項 3】 前記ベース部材の前記ケース部材との接合位置を、前記振動板の外径の略 1. 4 倍以下に設定するとともに、前記ベース部材の板厚を、前記振動板の板厚の略 6 倍以上に設定したことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の加速度センサー。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、加速度センサーに関し、詳しくは、圧電素子を振動板に固設してケース内に収装する状態で加速度を検出するものに関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

従来より、実用化されている加速度センサーとしては、電磁型、圧電型、半導体型等の種々の方式により加えられた加速度を検出するものが知られており、そのうちの圧電型にあっては、圧電素子が屈撓することによって加えられた加速度を検出するものがある。このような加速度センサーは、特に車載用等に多用されており、ロッキング制御やエアバッグ制御などに必要な加速度を検出する。

## 【 0 0 0 3 】

この種の圧電型の加速度センサーとしては、例えば、図7に示すようなもの（第1従来例）がある。この加速度センサー100は、棒形状に形成した金属製の固定側ケース101の底面中央に支柱101aを一体に立設して、図8に示すように、その支柱101aに円盤形状に形成した金属製の振動板102を溶接して支持するとともに、この振動板102の上面にドーナツ形状に形成した圧電素子103を同軸となるように接着することにより構成されている。圧電素子103には、表裏の両面に同軸となるように検出電極104が形成されており、検出電極104の一方には振動板102が導通接触されているとともに、他方の検出電極104にはワイヤボンディング等による半田105aによって接続されたワイヤ105を介して、外部のコネクタに接続する碗形状に形成した樹脂製の接続側ケース106に設けられている接続ピン107に接続されている。なお、固定側ケース101と接続側ケース106とは、互いの開放端部101c、106cを嵌合してかしめることにより、画成する振動空間内に振動板102と圧電素子103を内装するとともに、開放端部101c、106cの間にOリング108を挟み込んでその振動空間を防水構造に組み立てている。

## 【 0 0 0 4 】

また、この種の圧電型の加速度センサーとしては、図9に示すようなもの（第2従来例）もある。この加速度センサー110は、棒形状に形成した金属製の固定側ケース111の開放端部111cに、円盤形状に形成した金属ベース112を溶接して蓋をするとともに、その上に外部コネクタに接続する接続ピン107を設けられている円盤形状のコネクタ116を重ねてかしめることにより、振動

板 1 0 2 および圧電素子 1 0 3 を収装する振動空間を画成するようになっており、この圧電素子 1 0 3 を固設された振動板 1 0 2 は、固定側ケース 1 1 1 に支柱を設けることなく、金属ベース 1 1 2 に立設した支柱 1 1 2 a に支持させるようになっている。具体的には、振動板 1 0 2 および圧電素子 1 0 3 を双方共にドーナツ形状に形成するとともに、コネクタ 1 1 6 の樹脂材料により絶縁性を保持しつつ金属ベース 1 1 2 の支柱 1 1 2 a 内に接続ピン 1 0 7 を貫通させて、その接続ピン 1 0 7 と圧電素子 1 0 3 の検出電極 1 0 4 に接続円盤 1 1 5 を半田 1 1 5 a により固設することによって、振動可能に支持するようになっている。なお、この加速度センサー 1 1 0 では、固定側ケース 1 1 1 の内周面と金属ベース 1 1 2 の外周面との間に O リング 1 1 8 を挟み込むことにより振動空間を防水構造に組み立てられており、振動板 1 0 2 や圧電素子 1 0 3 の振動を妨げないように、接続円盤 1 1 5 の剛性は極力小さくするのが好ましいが、接続円盤 1 1 5 に代えて、振動板 1 0 2 を支柱 1 1 2 a に溶接すると共に検出電極 1 0 4 にはワイヤ 1 0 5 により電氣的に接続するようにすることもできる。

#### 【 0 0 0 5 】

これら加速度センサー 1 0 0、1 1 0 は、固定側ケース 1 0 1、1 1 1 の下面側に設けた雄ねじ 1 0 1 b、1 1 1 b をねじ込んだエンジン等の検出対象の振動を加えられたときに、振動板 1 0 2 の振動に応じて圧電素子 1 0 3 に生じる電圧を固定側ケース 1 0 1、1 1 1 や金属ベース 1 1 2 をアースとして検出電極 1 0 4 から接続ピン 1 0 7 を介して取り出し、その加速度を検出することができるようになっている。

#### 【 0 0 0 6 】

このような加速度センサーは、一定加速度の振動に対する周波数特性を図 1 0 に示すように、共振点  $f_0$  付近では高い  $Q$  を得られる一方、中・低周波数領域では平坦となる周波数特性であるので、一般的には、使用目的に応じて平坦部または  $f_0$  近傍の振動出力を使用するようになっており、実質的に使用帯域の上限はこの共振点  $f_0$  近傍までとなる。なお、感度という面からすると、図 7 に示す加速度センサー 1 0 0 よりも、図 9 に示す加速度センサー 1 1 0 の方が高感度化が可能であることが実験的に分かっており、これは金属ベース 1 1 2 上に振動板 1

02が構成されているためであると考えられ、金属ベース112が完全な剛体ではなく、加速度により振動板102と同様に僅かではあるが振動するため、振動板102の振動がトランスのように機能して増幅される様な働きをするためと考えられる。

#### 【0007】

なお、圧電素子103に形成する電極としては、小径の励振電極と大径の検出電極とに2分割して同軸二重となるように形成してもよく、励振電極を介して圧電素子103に外部から交流電圧を印加することにより圧電素子103の圧電効果により振動板102を振動させ、この振動により生じる検出電極の電位からセンサー機能の良否や故障の有無の自己診断あるいは検出レベルの校正をすることができるようにしたものもある。また、この従来技術では、中央に立設する支柱101a、112aにより振動板102を支持させるが、円盤形状の周縁部をクランプするタイプや、棒状の振動板を片持ちに固定するタイプなど種々の方式がある。また、圧電素子103の検出電極104と接続ピン107との間に電気インピーダンス変換器、アンプ、補正回路等の電子部品を設けられているプリント基板をワイヤ105によって接続して内蔵させるものもあり、固定側ケース101、111などにアースを兼用する接続ピン107のみの一端子タイプの他にも、そのアースを出力端子に引き出した二端子タイプのものもある。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような圧電型の加速度センサー100の第1従来例にあっては、検出出力を取り出すために、圧電素子103の検出電極104と接続側ケース106の接続ピン107とをワイヤ105の半田付けなどにより電氣的に接続する作業が必要になるので、組立作業を自動化することが困難であり、コスト削減の妨げになってしまう。この接続のために、リード線やワイヤボンディング等を使わずに圧接接続する接触端子等による接触方式も考えられるが、その接触端子には接触抵抗を下げるための金メッキ処理等が必要となってしまう、安価に、かつ高信頼性を得ることが難しい、という問題があった。

#### 【0009】

一方、圧電型の加速度センサー 1 1 0 の第 2 従来例にあっては、接続ピン 1 0 7 は圧電素子 1 0 3 の検出電極 1 0 4 に接続円盤 1 1 5 を固設して、電気的かつ機械的に接続するので、組立作業を容易に自動化することができるとともに、その圧電素子 1 0 3 を接着した振動板 1 0 2 は固定側ケース 1 1 1 の蓋をする関係になる金属ベース 1 1 2 の支柱 1 1 2 a に支持させるので、第 1 従来例の加速度センサー 1 0 0 よりも高感度化が可能であり、ロッキング制御やエアバッグ制御などに好適に車載することができる。

#### 【 0 0 1 0 】

しかし、この第 2 従来例の加速度センサー 1 1 0 でも、特に 1 0 k H z を越えるような高周波領域では、環境温度が変化しても加速度を精度よく検出することが難しくなると共に、加速度による振動以外のノイズが影響してしまう、という課題がある。

#### 【 0 0 1 1 】

これは、高周波領域では振動伝達が加速度ばかりではなく、ケース等を構成する部材における振動伝達が影響するためと考えられ、その伝達時の位相特性等により、耐振特性や温度特性に問題が生じるものと思われる。

#### 【 0 0 1 2 】

具体的には、コネクタ 1 1 6 は樹脂製であると共に、金属ベース 1 1 2 は物理的に完全剛体と考えることはできないことから、振動が生じて振動板 1 0 2 に伝達し、また、コネクタ 1 1 6 (接続ピン 1 0 7) に連結した外部からの振動ノイズがそのコネクタ 1 1 6 および金属ベース 1 1 2 を介して振動板 1 0 2 に伝達し、加速度の検出に支障となる大きな振動ノイズとなって、加速度の検出精度を劣化させることがあると考えられる。

#### 【 0 0 1 3 】

また、コネクタ 1 1 6 は、樹脂製であると共に、固定側ケース 1 1 1 の開放端部 1 1 1 c に金属ベース 1 1 2 を介してかしめて固定していることから、高温時にコネクタ 1 1 6 の弛み等が生じて、金属ベース 1 1 2 の振動の影響を受けて、温度特性の劣化につながるものと考えられる。

#### 【 0 0 1 4 】



本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、比較的簡単な構造で、特に周波数の高い共振周波数  $f_0$  近傍を使用する場合に大きな効果を得ることができる、高感度で、かつ安定した耐振性を有する温度特性に優れた低価格で高い性能を有する加速度センサーを提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 5 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の加速度センサーは、振動板の片面または両面に、ドーナツ形状に形成した圧電素子を固設して、加えられた加速度に応じた前記振動板の振動により前記圧電素子に発生する電圧によって前記加速度を検出する加速度センサーであって、前記圧電素子および前記振動板を収装するケースを、前記圧電素子を固設した前記振動板の中央部を支持する支柱を立設されたベース部材と、前記圧電素子および前記振動板を収装可能な枠形状に形成されて前記ベース部材に前記枠形状端部を接合されることにより前記圧電素子および前記振動板の振動空間を画成し前記加速度の検出対象に固定するケース部材と、前記圧電素子の電極に電氣的に接続した接続用端子を前記ベース部材の外側まで引き出して外部コネクタと接続可能に配設するコネクタ部材とにより構成し、前記ケースとしての共振周波数を、前記圧電素子および前記振動板の振動体としての共振周波数の略 3 倍以上に設定するとともに、前記コネクタ部材の素材として、曲げ弾性率が  $8 \times 10^3$  (Mpa) 以上、かつ、対数減衰率が  $8$  ( $1/s$ ) 以上の材料を選定した構成を有している。

## 【 0 0 1 6 】

この構成により、加速度を検出する圧電素子および振動板は、ベース部材の支柱に支持された状態で、そのベース部材の背面側のコネクタ部材に配設された接続用端子に圧電素子の電極を接続されるとともに、検出対象に固定されたケース部材により画成される振動空間内に、そのケース部材に直接支持されることなく収装される。したがって、高感度な構造を採用しつつ、圧電素子の電極と接続用端子を、フレキシブルなワイヤなどによらずに、剛性を有する接続用金属片等により電氣的かつ機械的に接続することができ、組立作業の自動化を実現してコスト低減を図ることができる。

## 【0017】

また、そのコネクタ部材は、曲げ弾性率および対数減衰率が所定値以上の材料により作製されるとともに、ケース全体としての共振周波数を、圧電素子および振動板の振動体としての共振周波数の略3倍以上に設定される。したがって、安定した温度特性にしつつ、振動ノイズにも強くすることができる。

## 【0018】

この結果、比較的簡単に自動化することのできる構造で、高感度かつ安定した温度特性を有する耐振性に優れる加速度センサーを低コストに作製することができる。

## 【0019】

ここで、本発明に係る加速度センサーは、温度特性や耐振特性を向上させるために、前記コネクタ部材の素材として液晶ポリマー系材料を用いるのが好適である。また、ベース部材の振動変位が振動板の変位に影響を与えないようにして、さらにバラツキの少ない高安定化を図るために、前記ベース部材の前記ケース部材との接合位置を前記振動板の外径の略1.4倍以下に設定するとともに前記ベース部材の板厚を前記振動板の板厚の略6倍以上に設定するのも好適である。

## 【0020】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図面に基づいて説明する。図1～図6は本発明に係る加速度センサーの一実施形態を説明する図である。

## 【0021】

まず、加速度センサーの構造を説明する。

## 【0022】

図1において、加速度センサー10は、固定用ケース11と、振動板12と、圧電素子13と、金属ベース15と、接続用コネクタ16と、Oリング18とを組み立てることにより作製されており、図9に示す第2従来例と同様に、ドーナツ形状に形成した金属製の振動板12上に、略同一内径のドーナツ形状に形成して表裏面に検出電極14を成膜した圧電素子13を同軸となるように接着されることにより、例えば、エンジン等の検出対象の振動を加えられたときに、振動板

12を介して与えられる応力歪みにより圧電素子13に電荷〔Q〕が発生し、その圧電素子13の静電容量〔C〕に応じて生じる次式で示す大きさの電圧〔V〕を取り出し、加えられた加速度を検出するようになっている。

$$[V] = Q / C$$

#### 【0023】

固定用ケース11は、円形の底面を有する有底の円筒枠形状に金属材料により形成されており、底面中央に支柱を立てられることなく、振動板12および圧電素子13の双方を収装可能な深さに形成され、その下面にはエンジンなどの検出対象に設けられているねじ穴に螺合させて固定する雄ねじ11bを設けられている。

#### 【0024】

金属ベース15は、圧電素子13の反対側の振動板12に溶接する支柱15aを中央に立設された固定用ケース11と略同径の金属製の円盤形状に作製されており、コネクタ16は、その金属ベース15と略同等な円盤形状の円盤部16aに外部コネクタを連結固定可能なコネクタ部16bを樹脂材料の一体成形により作製されている。

#### 【0025】

このコネクタ16は、金属ベース15の支柱15a内を樹脂材料を貫通させて、その内部に外部コネクタに接続する接続ピン（接続用端子）17を通すことにより、接続ピン17を金属ベース15などから電氣的に絶縁する状態で、圧電素子13の検出電極14の近傍に露出させており、この接続ピン17および検出電極14との間に接続円盤19を半田19aにより電氣的に導通させた状態で固定することによって、振動板12および圧電素子13を振動可能に支柱15aに支持させ、圧電素子13に生じた圧電〔V〕を接続ピン17を介して外部に取り出すことができるようになっている。

#### 【0026】

そして、この加速度センサー10は、固定用ケース11の開放端面11c上に金属ベース15を溶接するとともに、その上にコネクタ16を重ねて、開放端外縁の延長部11dをかしめてコネクタ16角部の上面を押さえることにより、振

動板 1 2 および圧電素子 1 3 を収装する振動空間 V を画成するようになっており、この固定用ケース 1 1 の底面中央には、圧電素子 1 3 上面よりも突出する接続円盤 1 9 を収納可能な窪み部 1 1 e を形成して、振動板 1 2 および圧電素子 1 3 の固定用ケース 1 1 または金属ベース 1 5 に対面する間隔を狭く任意に設定することができるようになっている。なお、リング 1 8 は、固定用ケース 1 1 の開放端延長部 1 1 d 内面と金属ベース 1 5 の外面との間に挟み込まれて、振動板 1 2 および圧電素子 1 3 を収装する振動空間 V の防水性を確保する。

## 【 0 0 2 7 】

したがって、加速度センサー 1 0 は、図 9 に示す第 2 従来例と略同様な構造に構築されており、振動板 1 2 および圧電素子 1 3 を、固定用ケース 1 1 に直接支持させることなく、金属ベース 1 5 側に支持させる構造にすることにより、高感度にすることができると共に、容易に自動化を図ることができる。

## 【 0 0 2 8 】

このことから、加速度センサー 1 0 を第 2 従来例よりも安定して加速度を高精度に検出可能にするには、その第 2 従来例における課題を解決する構成にすればよいことが分かる。このため、特に、1 0 k H z を越えるような高周波領域においても、環境温度の変化によらずに、加速度による振動以外の振動伝達の位相特性等によるノイズが発生することのないようにするために、次のような構成を採用する。

## 【 0 0 2 9 】

① 振動板 1 2 の外径  $\phi A 1$  に対する固定用ケース 1 1 の内径を、その振動板 1 2 等の振動を妨げない程度に小さくして、金属ベース 1 5 の固定用ケース 1 1 との溶接部 P の径  $\phi A 2$  を極力小さく構成する。この最適条件としては、溶接部 P の径  $A \phi 2$  を、振動板 2 の外径  $\phi A 1$  の約 1. 4 倍以下に設定する。

## 【 0 0 3 0 】

② 振動板 1 2 の板厚  $t 1$  は薄くするのに対して、金属ベース 1 5 の板厚  $t 2$  は極力厚く構成する。この最適条件としては、金属ベース 1 5 の板厚  $t 2$  を、振動板 1 2 の板厚  $t 1$  の約 6 倍以上に設定する。

## 【 0 0 3 1 】

③ 固定用ケース 1 1 が内部に金属ベース 1 5 と共に画成する振動空間 V の高さ H を極力小さく構成する。

#### 【 0 0 3 2 】

④ コネクタ 1 6 の材質を曲げ弾性率が大きく、かつ対数減衰率（内部抵抗・内部損失）が大きい素材にする。最適条件としては、コネクタ 1 6 を構成する樹脂材料として、曲げ弾性率が  $8 \times 10^3$  (Mpa) 以上、かつ、対数減衰率が 8 (1/s) 以上のものを選定する。例えば、ガラス約 30%、ミネラル（フィラー）約 20% 程度を混合した液晶ポリマー系素材が適していることが実験的に確認されている。なお、このコネクタ 1 6 は樹脂材料により作製することから耐熱性の高い材料を選択することも必要条件の一つと言える。

#### 【 0 0 3 3 】

ここで、上記①、②、③は、固定用ケース 1 1 および金属ベース 1 5 の共振周波数  $f_0$  を、振動板 1 2 および圧電素子 1 3 の使用共振周波数  $f_0$  の約 3 倍以上にするための構成である。また、上記①、③は、振動空間 V によるヘルムホルツの共鳴管現象、筐体隔壁での定在波等の音響的な反共振（特性上生じるディップ）による特性劣化を防止するための条件でもあり、つまり、振動空間 V を小さく構成することにより、前者を使用帯域上限外にするとともに、後者を気室内の音響抵抗の増加によりその発生を抑制するための条件である。さらに、上記④は、共振周波数を高くするために極力堅い素材にするとともに振動振幅を小さくするために Q の低い高温時に変化の少ない安定素材でコネクタ 1 6 を作製することにより、コネクタ 1 6 が振動板 1 2 および圧電素子 1 3 の振動に影響を与えることを少なくするための条件である。

#### 【 0 0 3 4 】

次に、加速度センサー 1 0 の寸法設計および材料の選定を具体的に説明する。この加速度センサー 1 0 は、固定用ケース 1 1 に金属ベース 1 5 を溶接して振動空間 V を画成するが、この振動空間 V に収装する振動板 1 2 および圧電素子 1 3 が、次の寸法（単位：mm）・特性で作製されている場合を一例に説明する。

#### 【 0 0 3 5 】

< 振動板 1 2 >

外径  $\phi A 1 = \phi 16.9$

板厚  $t 1 = t 0.5$

ヤング率  $E = 2 \times 10^{11} \text{ (N/m}^2\text{)}$

密度  $\rho = 7.8 \times 10^3 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

ポアソン比  $\sigma = 0.28$

【0036】

<圧電素子 13>

外径  $= \phi 12.5$

板厚  $= t 0.45$

ヤング率  $E = 6.3 \times 10^{10} \text{ (N/m}^2\text{)}$

密度  $\rho = 7.65 \times 10^3 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

ポアソン比  $\sigma = 0.34$

【0037】

これに対して、金属ベース 15 単体を図 2 (a) に示す寸法に設定するとともに、その金属ベース 15 を固定用ケース 11 に、溶接部 P の径  $\phi A 2$  が  $\phi 4.3$  (mm) になるように溶接して、図 2 (b) に示す寸法の実験モデルを作製し (ヤング率 E、密度  $\rho$ 、ポアソン比  $\sigma$  は、振動板 12 と同一)、図中に  $\Delta$  で示す位置を拘束点として、温度特性や耐振特性を実測した。

【0038】

この条件においては、共振周波数  $f_0$  を 14 (kHz) に設定する、高周波の加速度を測定対象にする場合にも、図 3 に示すように、実用上問題がないことが確認された。ここでの、実用上問題がないとするのは、例えば、常温に対する高温時の変化が次に示す範囲内のレベルであるか否かで判断する。なお、目的によって、このレベルが変化することはいうまでもない。

共振周波数  $f_0$  の変化 : 2 % 以下

感度  $V_0$  の変化 : 10 % 以下

Q (dB) の変化 : 1 dB 以下

振動ノイズによる感度変化 : 2 dB 以下

【0039】

これは、①金属ベース 1 5 の溶接部 P の径  $A \phi 2$  を振動板 2 の外径  $\phi A 1$  の約 1.4 倍以下に、②金属ベース 1 5 の板厚  $t 2$  を振動板 1 2 の板厚  $t 1$  の約 6 倍以上に、③固定用ケース 1 1 および金属ベース 1 5 の画成する振動空間 V の高さ H を極力小さく構成することにより、固定用ケース 1 1 および金属ベース 1 5 のケースとしての共振周波数  $f o 1$  が振動板 1 2 および圧電素子 1 3 の振動体としての共振周波数  $f o$  よりも十分高くなったためであり、振動伝達が位相等の影響を受けず、かつ感度  $V o$  が主に振動体の変位のみで決定されるようになったためであると考えられる。

## 【 0 0 4 0 】

一方、図 9 に第 2 従来例として、例えば、金属ベース 1 1 2 単体を図 5 (a) に示す寸法に作製するとともに、その金属ベース 1 5 を固定用ケース 1 1 1 に溶接して、図 5 (b) に示す寸法の実験モデルを作製したところ、共振周波数  $f o$  が約 1 1 (k H z) を超えたところで、加速度を精度よく検出することができなくなる温度特性や耐振特性の劣化が生じて、目的の共振周波数  $f o$  を 1 4 (k H z) に設定する測定対象では、図 6 に示すように、実用化することが困難な結果であった。

## 【 0 0 4 1 】

これらの実験より確認された結果からすると、図 5 に示すように、第 2 従来例の  $f o 1$  が約 3 4 k H z に対して、 $f o$  が 1 1 k H z 付近以上の高周波領域で特性劣化が現れることから、ケースの共振周波数  $f o 1$  は振動体による測定対象の共振周波数  $f o$  の約 3 倍以上が望ましいことが分かった。つまり、測定対象に合わせて  $f o$  を 1 1 k H z に設定するときには、その 3 倍以上の  $f o 1$  の共振周波数を有する実力を要し、 $f o$  が 1 4 k H z のときには、図 2 に示すように、その 3 倍以上の  $f o 1$  の共振周波数を有する実力を要することが分かる。

## 【 0 0 4 2 】

また、金属ベース 1 5 は、固定用ケース 1 1 との溶接部 P の径  $\phi A 2$  を小さくすると、金属ベース 1 5 自体の変位が小さくなるため安定度が向上して、必然的に感度  $V o$  は小さくなるが、実用的安定度で第 1 従来例の構成よりも 2 ~ 3 (d B) 程度以上は高くできることを確認している。なお、ケースとしての共振周波

数  $f_0$  を高くする方法としては、本実施形態の寸法設定に限らないことはいうまでもなく、また、材質に制振特性を有するものを選択するなど本実施形態以外にも考えられる。

## 【 0 0 4 3 】

次に、金属ベース 1 5 の溶接部 P の径  $\phi A_2$  と板厚  $t_2$  との関係について説明する。

## 【 0 0 4 4 】

振動板 1 2 と圧電素子 1 3 の振動体としての共振周波数  $f_0$  と感度  $V_0$  は主に振動板 1 2 および圧電素子 1 3 自体の振動特性の合成で決定されるが、各々の定数から、主体となるのは振動板 1 2 と考えられる。また、加速度センサー 1 0 の  $Q$  を小さくするためには、図 1 に図示するように、圧電素子 1 3 の外径を振動板 1 2 の外径よりも小さく構成することが多いが、特に、このような条件の場合には、共振周波数  $f_0$  と感度  $V_0$  は振動板 1 2 を主体に決定される。このため、振動板 1 2 を基準に最適条件を考えることの有効である。

## 【 0 0 4 5 】

このことから、金属ベース 1 5 の溶接部 P の径  $\phi A_2$  と振動板 1 2 の外径  $\phi A_1$  を変化させる実験を、図 2 に示す条件と下記のように同様に設定して行ったところ（単位 mm）、図 4 に示す実験結果が得られた。

## 【 0 0 4 6 】

## &lt; 振動板 1 2 &gt;

外径  $\phi A = \phi 16.9$

板厚  $t_1 = t_{0.5}$

## 【 0 0 4 7 】

## &lt; 圧電素子 1 3 &gt;

外径  $= \phi 12.5$

板厚  $= t_{0.45}$

## 【 0 0 4 8 】

## &lt; 金属ベース 1 5 &gt;

板厚  $t_2 = t_{3.3}$



## 【 0 0 4 9 】

この実験結果からすると、溶接部 P の径  $\phi A 2$  は、振動板 1 2 の外径  $\phi A 1$  の約 1.4 倍以下に設定することが実用レベルを確保することができて最適であることが分かる。また、約 1.3 倍以下の方が一層好適であることも分かる。一方、金属ベース 1 5 の板厚  $t 2$  については、溶接部 P の径  $\phi A 2$  によっても違って来るが、金属ベース 1 5 の板厚  $t 2$  が  $t 3.3 \text{ mm}$  に対して振動板 1 2 の板厚  $t 1$  が  $t 0.5 \text{ mm}$  のときに上記最適条件を得られていることから、振動板 1 2 の板厚  $t 1$  の約 6 倍以上とする必要があるといえる。

## 【 0 0 5 0 】

このように、図 1 に示す本実施形態のように、金属ベース 1 5 の溶接部 P の径  $\phi A 2$  を振動板 1 2 の外径  $\phi A 1$  の約 1.4 倍以下とし、かつ金属ベース 1 5 の板厚  $t 2$  を振動板 1 2 の板厚  $t 1$  の約 6 倍以上に構成することにより、金属ベース 1 5 の振動変位が振動板 1 2 の変位に影響を与えないようにすることができ、さらにバラツキ少なく加速度の検出を安定化することができることが分かる。

## 【 0 0 5 1 】

次に、コネクタ 1 6 は、各種材料による実験結果から、上記条件④のように、曲げ弾性率が  $8 \times 10^3 \text{ (Mpa)}$  以上、かつ、対数減衰率が  $8 \text{ (1/s)}$  以上の樹脂材料により作製するのが、温度特性を改善して安定化することができるのとともに対外部振動ノイズにも強くすることができて最適である。特に、液晶ポリマー系素材が耐熱性・耐振性等の点で一般の防振材入りの PBT（ポリブチレンテレフタレート）やナイロン等に比較して、さらに安定化することができて優位であり、例えば、ガラス約 30%、ミネラル（フィラー）約 20% 程度を混合した液晶ポリマー系素材が耐熱性にも優れて適していることが確認された。なお、本実施形態では、樹脂材料の性質を曲げ弾性率と対数減衰率で表現しているが、その効果は相乗的なものであり、一方が大きかったりすれば、多少の値の違いは生じることになるが、この場合でも本発明の主旨と同一であると言える。

## 【 0 0 5 2 】

この結果、加速度センサー 1 0 としては、コネクタ 1 6 の耐熱性を改善し、共振周波数を上げて振動に強くすることができ、また、大きな内部抵抗・内部損失

によりそのQを小さくするとともに、振動を抑制することにより、温度に対する安定度の向上および接続ピン17等からの外部振動によるノイズレベルの低下を実現することができる。

#### 【0053】

このように本実施形態においては、振動板12および圧電素子13の振動体を、エンジン等の検出対象に固定する固定用ケース11に直接支持させるのではなく、その固定用ケース11の端部に溶接して振動板12および圧電素子13の振動空間Vを画成する金属ベース15に支持させることにより、高感度の自動組立可能な構造にすることができ、安価に組立作製することができる。

#### 【0054】

そして、加速度センサー10を構成する振動板12、固定用ケース11および金属ベース15の寸法設定により、ケース全体としての共振周波数を、振動板12および圧電素子13の共振周波数の略3倍以上にし、また、コネクタ16の曲げ弾性率および対数減衰率が所定値以上になるように材質を選定することによって、温度特性を安定化させることができるとともに振動ノイズによる影響を受けることがないようにすることができる。

#### 【0055】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、圧電素子および振動板を、固定側のケース部材に直接支持させることなく、外部コネクタとの接続用のコネクタ部材側のベース部材に支持させる構造を採用し、コネクタ部材の曲げ弾性率および対数減衰率が所定値以上の材料にするとともに、ケース全体としての共振周波数を、使用範囲の共振周波数の略3倍以上に設定することにより、高感度の自動組立可能な構造において、温度特性を安定化させることができるとともに振動ノイズによる影響を受けることがないようにすることができる。したがって、低価格で高い性能を有する加速度センサーを提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明に係る加速度センサーの一実施形態を示す図であり、その全体構成を示

す縦断面図である。

【図 2】

その寸法設定を説明する断面モデル図である。

【図 3】

その特性の測定結果を示す図である。

【図 4】

その要部の寸法設定の実験を説明する表である。

【図 5】

その第 2 従来例の寸法設定を説明する断面モデル図である。

【図 6】

その第 2 従来例の特性の測定結果を示す図である。

【図 7】

その従来技術の第 1 従来例を示す縦断面図である。

【図 8】

その要部を示す斜視図である。

【図 9】

その従来技術の第 2 従来例を示す縦断面図である。

【図 1 0】

その周波数特性例を示すグラフである。

【符号の説明】

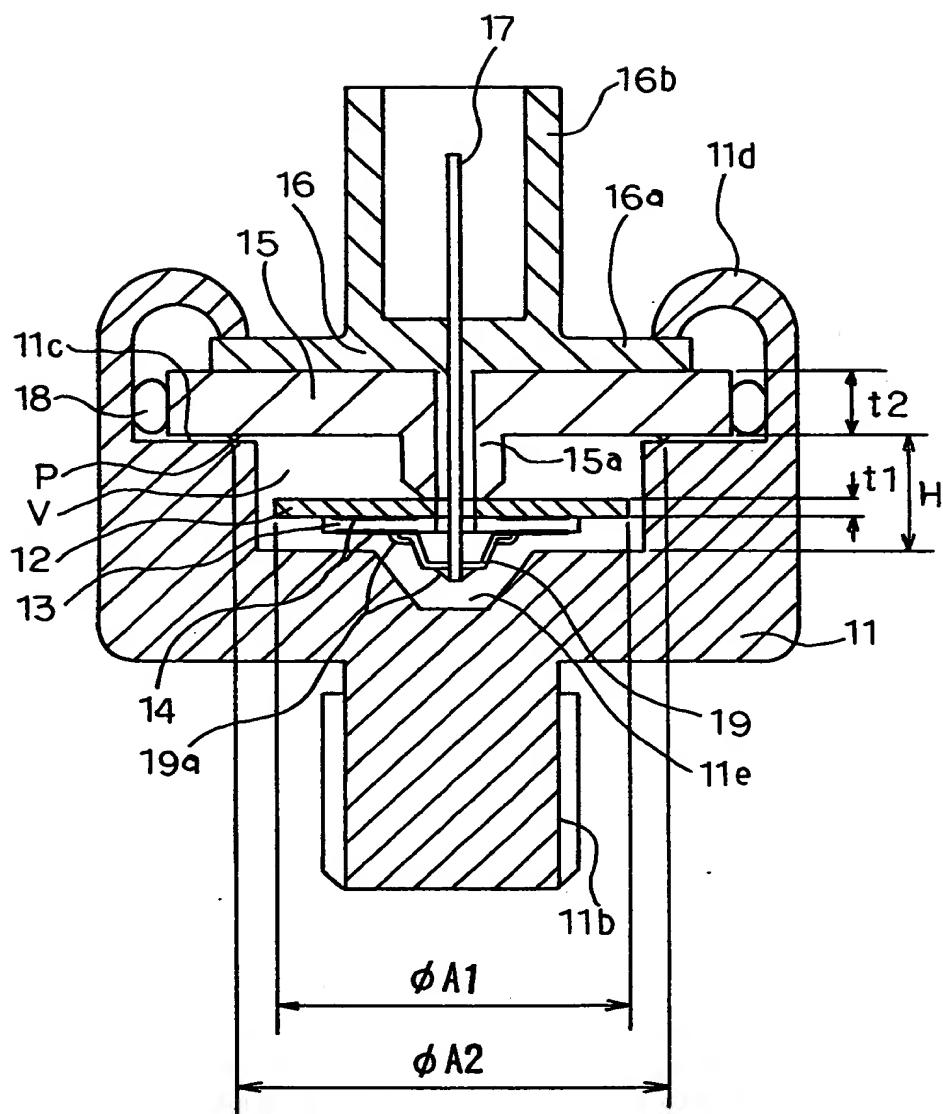
- 1 0 加速度センサー
- 1 1 固定用ケース
- 1 2 振動板
- 1 3 圧電素子
- 1 4 検出電極
- 1 5 金属ベース
- 1 5 a 支柱
- 1 6 コネクタ
- 1 7 接続ピン

1 8    オ リ ン グ

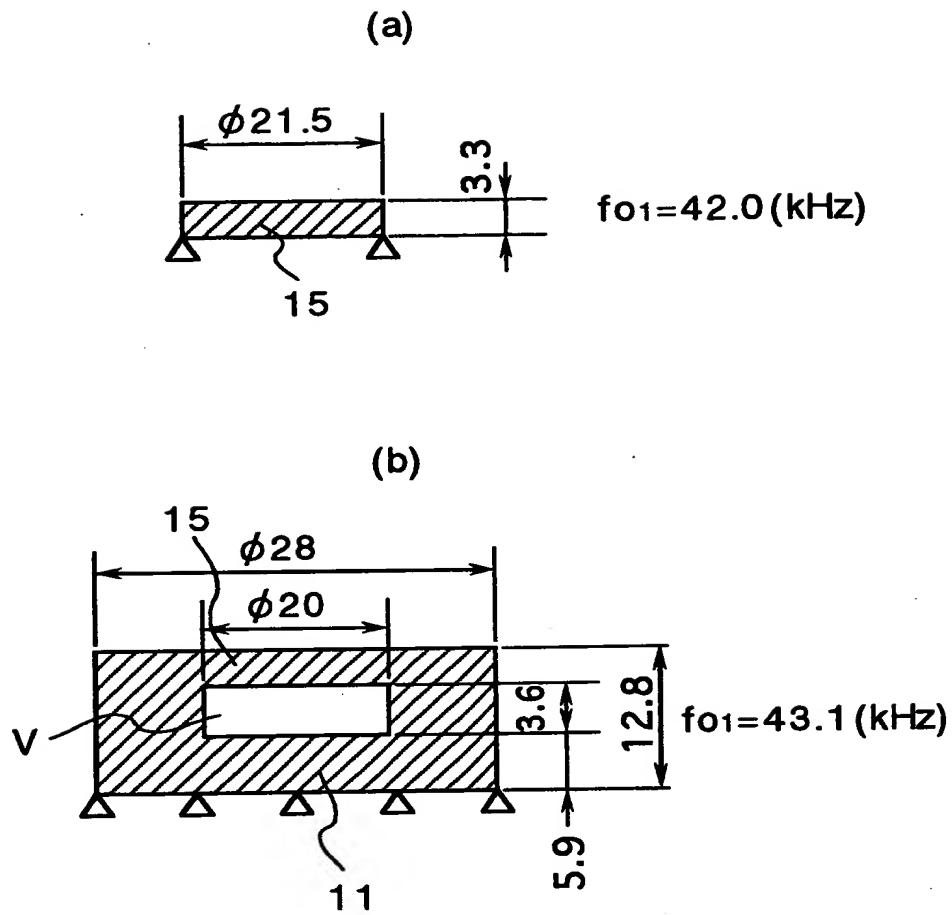
1 9    接 続 円 盤

【書類名】 図面

【図 1】

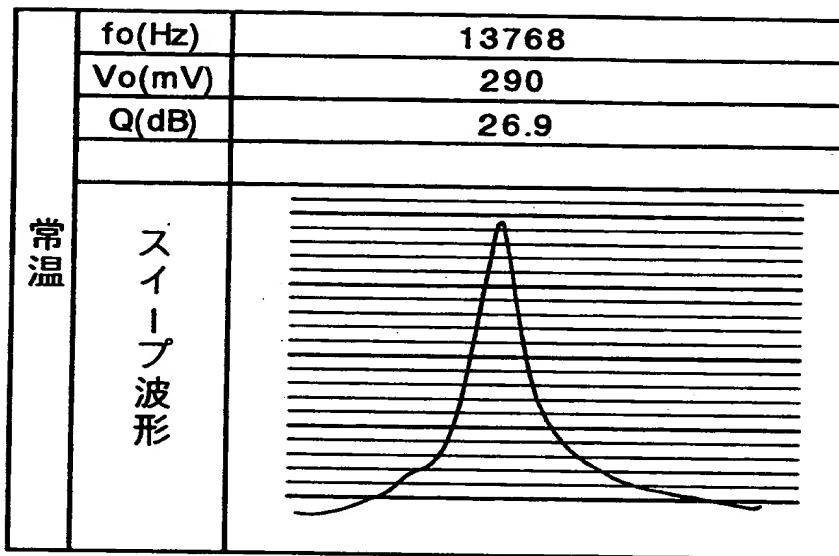


【図 2】

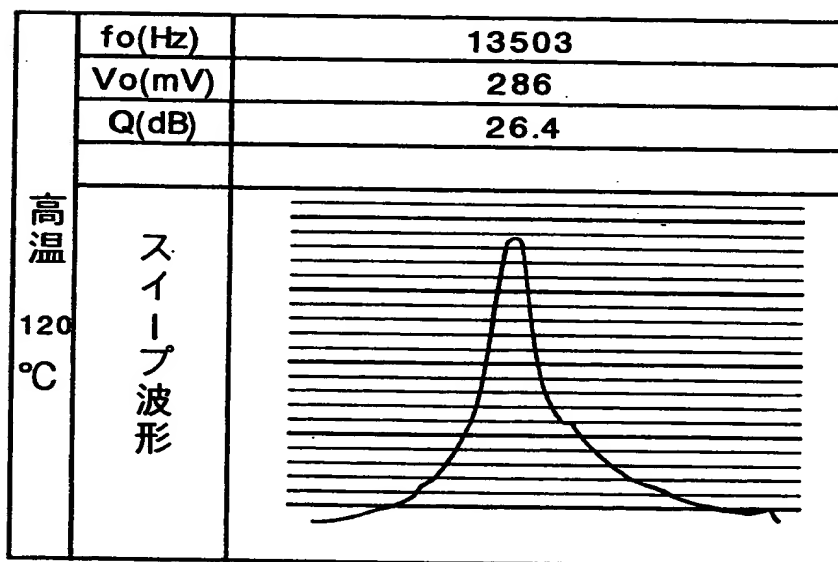


【図 3】

(a)



(b)



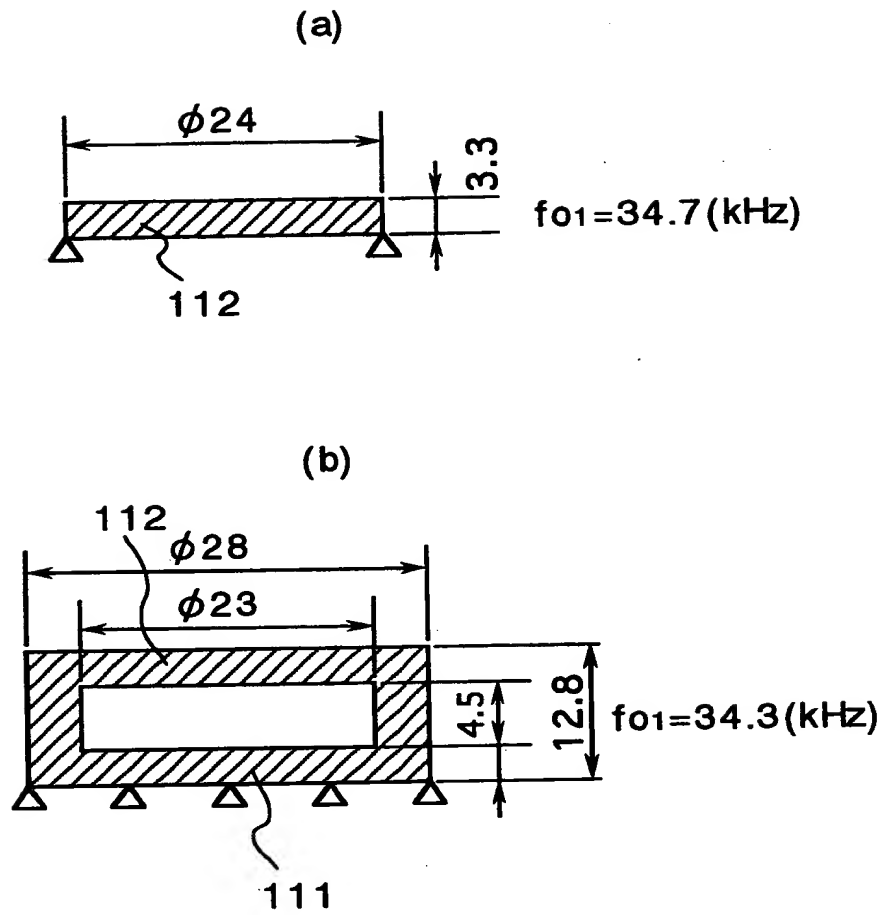
【図 4】

$\phi A2 \backslash \phi A1$	$\phi 18.4$	$\phi 16.9$
溶接径1 $\phi 24$	1.35	1.42
	$\Delta$	$\times$
溶接径2 $\phi 21.5$	1.17	1.28
	$\bigcirc$	$\bigcirc$

上段： $\phi A2 / \phi A1$  下段：判定レベル 寸法単位 (mm)

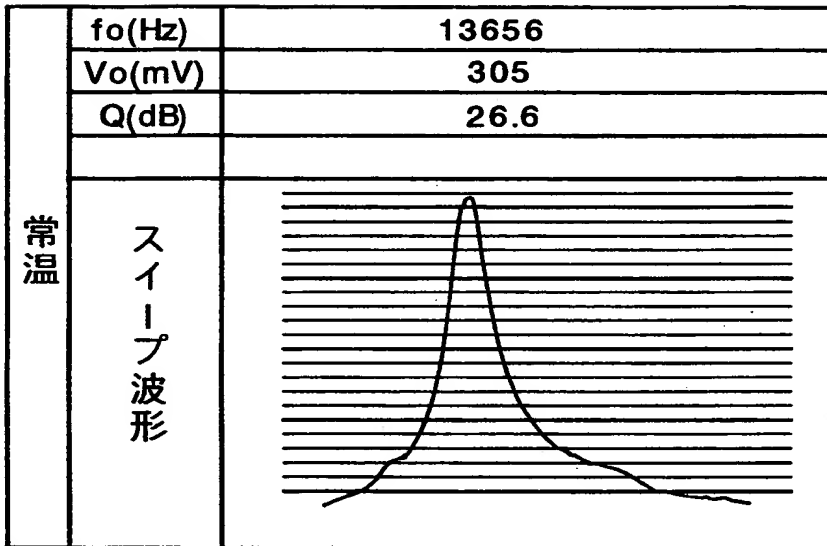


【図 5】

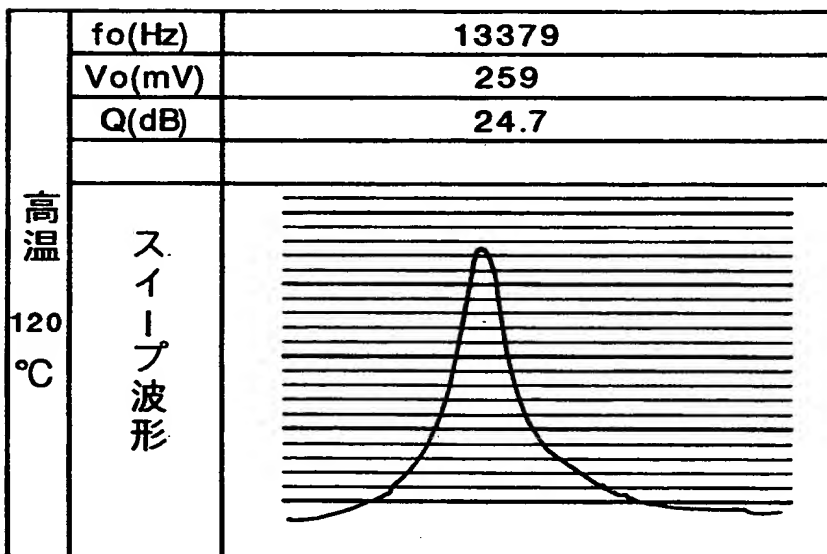


【図 6】

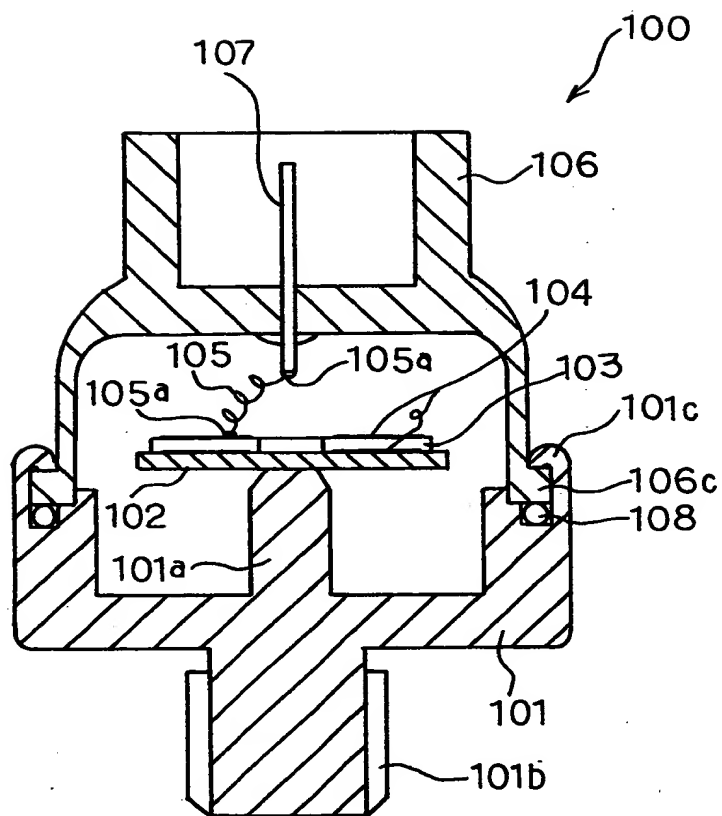
(a)



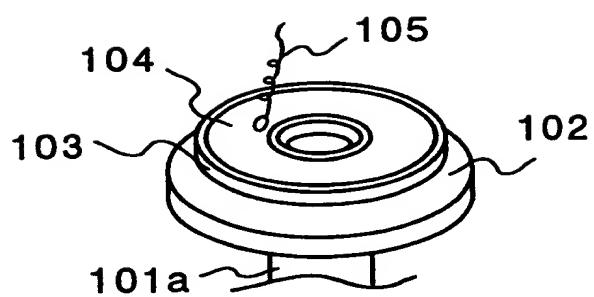
(b)



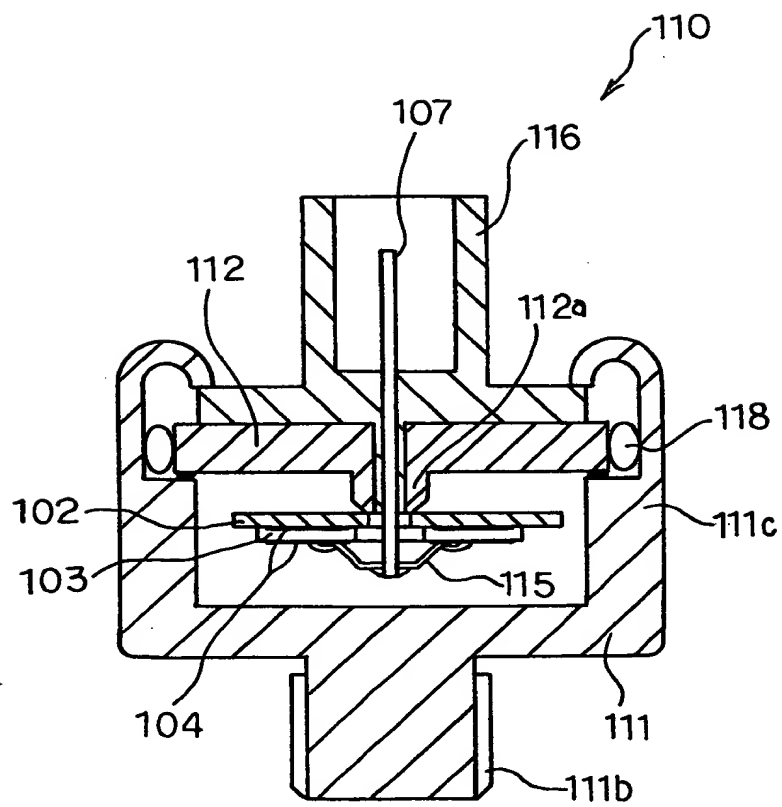
【図 7】



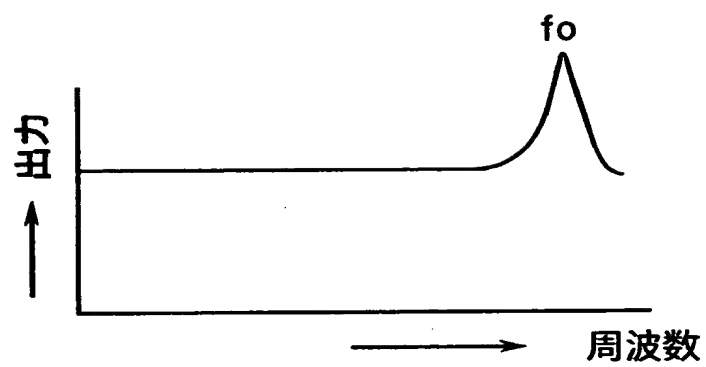
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 比較的簡単な構造で、特に周波数の高い共振周波数  $f_0$  近傍を使用する場合に大きな効果を得ることができる、高感度で、かつ安定した耐振性を有する温度特性に優れた低価格で高性能の加速度センサーを提供すること。

【解決手段】 圧電素子 13 を接着した振動板 12 を支柱 15 a により支持する金属ベース 15 と、この金属ベース 15 を溶接して圧電素子 13 および振動板 12 を収装する振動空間 V を画成する固定用ケース 11 と、圧電素子 13 の電極 14 に接続した接続ピン 17 を金属ベース 15 の外側まで引き出して外部コネクタと接続可能に配設するコネクタ 16 とによりケースを構成し、ケースとしての共振周波数を圧電素子 13 および振動板 12 の振動体としての共振周波数の略 3 倍以上に設定するとともに、コネクタ 16 の素材として曲げ弾性率が  $8 \times 10^3$  (Mpa) 以上かつ対数減衰率が 8 (1/s) 以上の材料を選定する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社